

Pemanfaatan limbah ubi kayu sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif

Sandy Budi Hartono, Agustina Anggraeni, Fransiska Ira Rimba, Suryadi Ismadji
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Jl. Kalijudan 37, Surabaya 60114
Telp/Fax (031) 3891264/(031) 3891267
Email : suryadi@mail.wima.ac.id

Intisari

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki hasil pertanian yang melimpah. Ubi kayu merupakan salah satu hasil pertanian yang penting di beberapa negara tropis seperti Indonesia. Ubi kayu ini dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan mulai dari sebagai bahan pangan sampai bahan baku industri. Dari pemanfaatan ubi kayu ini dihasilkan limbah berupa kulit yang biasanya dibuang begitu saja atau dapat digunakan sebagai pupuk atau bahan bakar. Karena kandungan karbon tetap dalam limbah kulit ubi kayu ini cukup tinggi maka limbah ini sangat cocok sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Prinsip dasar pembuatan karbon aktif ada dua tahap, yaitu: karbonisasi bahan baku pada suhu dibawah 1073°K dalam kondisi bebas oksigen (O_2) dan aktivasi produk karbonisasi. Selama proses karbonisasi berlangsung, sebagian besar elemen non karbon seperti oksigen (O_2) dan hidrogen (H_2) dihilangkan sebagai gas volatile melalui proses dekomposisi pirolisa dari bahan baku. Hasil proses karbonisasi mengandung sejumlah karbon tetap dan memiliki struktur pori yang belum sempurna. Dengan struktur pori demikian, karbon hasil proses karbonisasi belum memiliki kapasitas penyerapan yang tinggi, sebab perkembangan luas permukaan dan pori tidak cukup banyak. Pori-pori itu kemudian diperbesar melalui proses aktivasi. Makalah ini menyajikan hasil pembuatan karbon aktif dari kulit ubi kayu dengan cara fisika. Beberapa variabel proses yang mempengaruhi pembuatan karbon aktif seperti suhu, waktu aktivasi dan laju alir gas aktivator juga telah dipelajari. Karakterisasi dari karbon aktif dilakukan dengan menggunakan adsorpsi gas N_2 pada titik didihnya. Dari kurva isotherm adsorpsi dapat diperoleh luas permukaan BET dan volume dari mikropori. Dari hasil penelitian yang dilakukan diperoleh bahwa aktivasi pada suhu 900°C dan lama aktivasi adalah 2 jam dengan laju alir karbon dioksida sebesar 1 liter/menit dihasilkan luas permukaan dan volume pori yang maksimum yaitu masing-masing sebesar $913 \text{ m}^2/\text{g}$ dan $0,39 \text{ cm}^3/\text{g}$.

Kata kunci : Aktivasi, karbon aktif

1. Pendahuluan

Karbon aktif merupakan salah satu material yang digunakan secara luas sebagai penyerap dan penyangga katalis pada berbagai macam proses industri. Karbon aktif ini telah digunakan sebagai penyerap sejak tahun 2000 sebelum masehi yaitu oleh bangsa Mesir kuno untuk penyaringan dan pemurnian air. Karena kemampuan penyerapan yang besar, penggunaan utama dari karbon aktif adalah sebagai adsorbent untuk berbagai macam proses pemurnian, pemisahan maupun pada pengolahan berbagai macam limbah organik maupun anorganik.

Kemampuan penyerapan yang besar dari karbon aktif ini disebabkan karena sifat dan struktur pori dari karbon aktif sangat heterogen. Karbon aktif mempunyai sifat luas permukaan besar, struktur yang kompleks yaitu mikropori, mesopori dan makropori, daya adsorpsi yang tinggi, reaktifitas permukaan

yang tinggi dan ukuran pori yang beragam. Berdasarkan ukuran porinya, ada 3 macam karbon, yaitu : mikropori, mesopori dan makropori . Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai macam bahan baku yang mempunyai kandungan karbon tetap (*fixed carbon*) besar. Beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif antara lain tempurung kelapa (Hu & Srinivasan, 1999), kayu (Cao dkk, 2001), Gambut (Mudjijati dkk, 2000), batu bara (Ahmadpour & Do, 1995), ban bekas (Lin & Teng, 2002), dan lain-lain.

Proses pembuatan karbon aktif dapat dibagi menjadi dua langkah utama yaitu: Karbonisasi bahan baku dan aktivasi hasil karbonisasi. Selama proses karbonisasi berlangsung sebagian besar elemen non karbon seperti oksigen dan hidrogen dihilangkan sebagai gas volatile melalui proses dekomposisi pirolisa dari bahan baku. Hasil proses karbonisasi mengandung sejumlah karbon dan mempunyai struktur pori yang belum sempurna. Dengan struktur pori demikian, karbon hasil karbonisasi belum memiliki kapasitas penyerapan yang tinggi, kemudian ukuran pori diperbesar melalui proses aktivasi.

Proses aktivasi karbon aktif dapat dilakukan dengan dua macam cara yaitu aktivasi kimia dan aktivasi fisika. Pada proses aktivasi kimia, karbonisasi dan aktivasi dilakukan dalam satu langkah pada suhu rendah (673°K-1073°K) dengan cara bahan baku karbon aktif yang akan dikarbonisasi direndam dalam larutan activator tertentu. Aktivator yang umum digunakan adalah Seng klorida dan asam fosfat (Rajeshwarisivaraj dkk, 2001). Struktur pori yang terbentuk pada proses aktivasi kimia ini adalah mesopori. Sedangkan pada proses aktivasi fisika, bahan baku yang digunakan dikarbonisasi dahulu untuk menghilangkan hydrogen dan oksigen. Hasil pirolisis berupa char dengan kandungan karbon tinggi diolah pada suhu 700-1100°C dengan gas yang teroksidasi, biasanya memakai uap air, atau CO₂. Pada aktivasi secara fisika, struktur pori yang terbentuk adalah mikropori.

Pada penelitian ini bahan baku yang digunakan untuk pembuatan karbon aktif adalah limbah dari ubi kayu yaitu kulitnya sedangkan aktivasi yang digunakan adalah aktivasi secara fisika. Analisa proksimat dari kulit ubi kayu dapat dilihat pada Tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Analisa proximate kulit ubi kayu

Komponen	Kadar (%)
Air	9,00
Abu	6,45
Bahan Volatile	57,83
Karbon Tetap	26,72

Dari table tersebut dapat dilihat bahwa kulit ubi kayu merupakan bahan baku yang cocok untuk pembuatan karbon aktif karena kandungan karbon tetapnya yang cukup tinggi.

2. Percobaan

Pertama-tama kulit ubi kayu dikeringkan kemudian dipirolisis pada suhu 600°C. Hasil pirolisis yang berupa karbon dihancurkan sampai menjadi bubuk. Setelah itu karbon diaktifkan dengan aktivasi fisika menggunakan CO₂ pada berbagai macam laju alir dan pada suhu aktivasi 700°C, 800°C, 900°C.

Karbon yang telah dihasilkan ditimbang (0,05-0,8 gr) ke dalam sebuah iodine flask yang telah berisi larutan I₂ dengan konsentrasi tertentu. Kemudian iodine flask tersebut dikocok dan diletakkan ke dalam shaking water bath dan dibiarkan selama 3 hari pada suhu konstan 30°C. Filtrat yang didapat dititiasi dengan larutan Na₂S₂O₃ sampai warna kuning muda tepat hilang.

Konsentrasi awal dan akhir larutan ditentukan dengan menggunakan metode adsorpsi iodine. Dan untuk menghitung jumlah senyawa yang terserap dalam karbon aktif dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$q = \frac{(C_o - C_e)}{m} V \quad (1)$$

dimana C_0 adalah konsentrasi awal larutan, C_e adalah konsentrasi pada keadaan setimbang, V adalah volume larutan, dan m adalah massa dari karbon aktif.

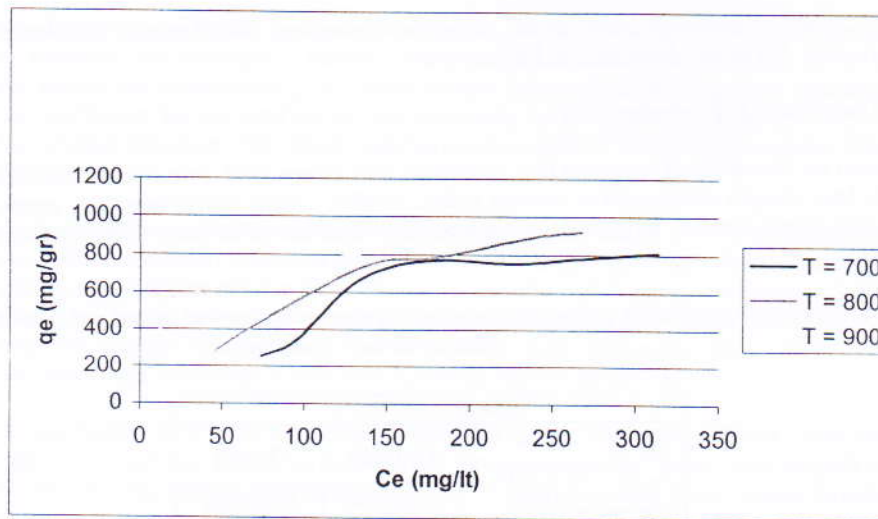
3. Hasil Percobaan & Pembahasan

Pada bagian ini akan dibahas mengenai luas permukaan dari karbon aktif dengan bahan baku yang berupa kulit ubi kayu dengan menggunakan metode iodine number. Untuk menghitung luas permukaan dari karbon aktif tersebut maka terlebih dahulu ditentukan kapasitas iodine yang teradsorb seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hubungan antara jumlah iodine yang terserap (q) dengan konsentrasi iodine pada saat setimbang (C_e) untuk kulit ubi kayu

Suhu aktivasi 700°C			
No	Massa karbon,gr	C_e ,mg/l	Q ,mg/g
1	0,0630	313,6900	812,3968
2	0,0720	264,1600	779,6389
3	0,0793	227,0125	754,7131
4	0,0847	173,3550	769,9469
5	0,1100	132,0800	630,3818
6	0,2154	94,9325	339,1678
7	0,2975	74,2950	252,5059
Suhu aktivasi 800°C			
No	Massa karbon,gr	C_e ,mg/l	Q ,mg/g
1	0,0605	268,2875	921,0124
2	0,0655	239,3950	894,8168
3	0,0816	181,6100	789,0809
4	0,0933	136,2075	738,7915
5	0,0970	82,5500	765,9278
6	0,1905	66,0400	398,6667
7	0,2822	45,4025	276,4343
Suhu aktivasi 900°C			
No	Massa karbon,gr	C_e ,mg/l	Q ,mg/g
1	0,0617	231,1400	963,3063
2	0,0674	193,9925	936,9547
3	0,0840	140,3350	815,6726
4	0,0925	94,9325	767,4028
5	0,1050	57,7850	731,1571
6	0,1800	16,5100	449,4389
7	0,3185	7,4295	256,8510

Dari table tersebut kemudian digambarkan isotherm adsorpsi seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Isotherm adsorpsi Iodine pada karbon aktif dari kulit ubi kayu

Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa pembuatan karbon aktif dari kulit ubi kayu dan daun bambu menggunakan aktivasi fisika yaitu CO_2 memiliki bentuk kurva mendekati tipe I isotherm adsorpsi yaitu untuk jenis karbon mikropori, terutama aktivasi pada suhu 900°C dan laju alir karbon dioksida 1 liter/menit. Pada proses aktivasi fisika ini, semakin tinggi suhu aktivasi yang digunakan maka pori yang dihasilkan semakin banyak sehingga penyerapan adsorbat (I_2) yang terjadi semakin besar. Semakin besar penyerapan adsorbat maka semakin besar pula luas permukaan yang dihasilkan, hal ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Luas Permukaan dari Karbon Kulit Ubi Kayu

Suhu Aktivasi ($^\circ\text{C}$)	Luas Permukaan
700	743,3615
800	844,8714
900	913,3984

4. Kesimpulan

Kulit ubi kayu dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif. Karbon aktif yang diperoleh pada aktivasi 900°C mempunyai luas permukaan yang paling besar.

Notasi Lambang

C_e	: konsentrasi kesetimbangan iodine	(mg/L)
C_o	: Konsentrasi awal iodine	(mg/L)
m	: massa karbon	(gr)
V	: Volume larutan	(ml)
q	: adalah jumlah solute dalam padatan	(mg/g)

Daftar Pustaka

Ahmadpour, A., Do, D.D., 1995, "The preparation of active carbon from coal by chemical and physical activation" *Carbon* 34, 351-366.

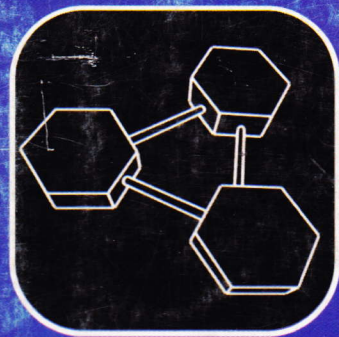
Cao N., Darmstadt H., Roy C., 2001, "Activated Carbon Produced from Charcoal Obtained by Vacuum Pyrolysis of Softwood Bark Residues.", *Energy & Fuels*, 15, 1263-1269.

Hu Z, and Srinivasan M.P, 1999, " Preparation of High-Surface Area Activated Carbons from Coconut Shell.", *Microporous and Mesoporous Mater.*, 27, 11-18

Lin Y.R., Teng H., 2002, "Mesoporous carbon from waste tire char and their application in wastewater discoloration, *Microporous and mesoporous mater.*, 54, 167-174.

Mudjijati, Indraswati, N., Wicaksana, F., Hindarso, H., Harsono, I., Ismadji, S., 2000, "Activated Carbon Produced from Kalimantan Peat by Chemical Activation", in *Adsorption Science and Technology*, Proceeding of the Second Pacific basin Conference on Adsorption Science and Technology, Brisbane, 14-18 May 2000.

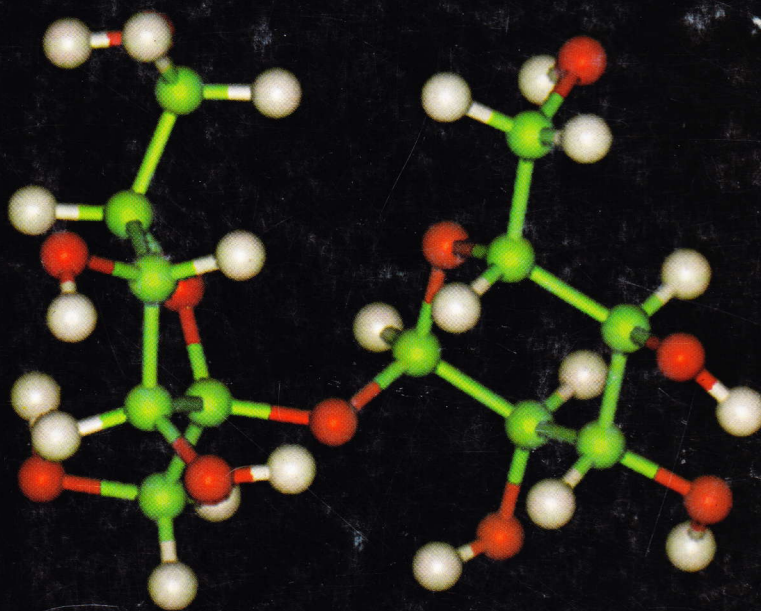
Rajeshwarisivaraj, Sivakumar S., Senthilkumar P., Subburam V., 2001, " Carbon from Cassava peel, an Agricultural Waste, as an Adsorbent in the Removal of dyes and metal ions from Aqueous Solution.", *Bioresource Technology* 80, 233-235.



SEMINAR NASIONAL TEKNIK KIMIA

*Teknologi Tepat Guna Berbasis
Sumber Daya Alam Indonesia*

PROSIDING



**Hotel Hyatt Regency, Bandung
27 April 2004**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN - BANDUNG
ISBN 979-98465-0-1**



B. TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN DAN PEMANFAATAN LIMBAH

- B – 01 Pengaruh Berbagai Sumber Nitrogen terhadap Fermentasi Limbah Nenas Menjadi Nata De Pina
Kristinah Haryani dan Hargono
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro – Semarang
- B – 02 Penurunan Kadar Fe dan Mn dalam Penyediaan Air Bersih dengan Perlakuan Fosfat
Luqman Buchori, Faleh Setia Budi, Widayat dan Budiyono
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro – Semarang
- B – 03 Prospek Khitosan dari Limbah Kulit Kerang sebagai Penyerap Logam Berat
M. Djaeni, Hargono dan Suherman
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro – Semarang
- B – 04 Pengolahan Limbah Cair Industri Rokok secara *Batch* : Studi Kasus pada Pengolahan Limbah Cair Skala Industri
Danny Soetrisnanto dan Budiyono
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro – Semarang
- B – 05 Produksi Polihidroksialkanoat dari Air Limbah Industri Tapioka dengan *Sequencing Batch Reactor*
Driyanti Rahayu dan Tjandra Setiadi
Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung – Bandung
- B – 06 Pemanfaatan Limbah *Pickling* untuk Produksi Ferro Sulfat Heptahidrat
Dessy Arfianti, Lia Muliati, dan Robert Manurung
Jurusan Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung - Bandung

- B – 07 Pemanfaatan Limbah Ubi Kayu sebagai Bahan Baku Pembuatan Karbon Aktif
Sandy Budi H., Agustina A., Fransiska Ira R., dan Suryadi Ismadji
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Widya Mandala – Surabaya
- B – 08 Penurunan Kandungan Besi pada Air Tanah dengan Metode Oksidasi dan *Ion Exchange*
Sri Redjeki, Ketut Sumada, dan Dwi Heri Astuti
Jurusan Teknik Kimia, UPN “Veteran” - Jawa Timur
- B – 09 Pengaruh Jenis Pelarut dan Rasio Biji Teh dengan Pelarut terhadap Ekstraksi Minyak Biji Teh (*Camellia sinensis*) secara *Batch*
Susiana Prasetyo S., Liem Jan Sioe, dan J. Budi Rahmanto
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Parahyangan – Bandung
- B – 10 Pembuatan Vinegar dari Limbah Nanas
Johan Utomo, Ign. Suharto, dan Angela Freya
Jurusan Teknik Kimia, Universitas Katolik Parahyangan – Bandung



**Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Katolik Parahyangan**



**-SERTIFIKAT-
Seminar Nasional 2004**

DIBERIKAN KEPADA:

Sandy Budi H.

ATAS PARTISIPASINYA SEBAGAI:

Pemakalah

Dalam

**Seminar Nasional Teknik Kimia
"Teknologi Tepat Guna Berbasis Sumber Daya Alam Indonesia"
27 April 2004**

Budi Husodo Bisowarno, Ir., M.Eng

DEKAN FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI



Henky Muljana, ST, M.Eng

KETUA PELAKSANA